






EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 Anmeldenummer: **85110650.0**


 Int. Cl. 4: **G 02 F 1/133**
C 09 K 19/02

 Anmeldetag: **24.08.85**


 Priorität: **11.09.84 DE 3433248**


 Anmelder: **Merck Patent Gesellschaft mit beschränkter Haftung**
Frankfurter Strasse 250
D-6100 Darmstadt(DE)

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
19.03.86 Patentblatt 86/12


 Erfinder: **Scheuble, Bernhard, Dr.**
Am Grenzweg 18
D-6146 Aisbach(DE)

 Benannte Vertragsstaaten:
CH DE FR GB LI NL

 Erfinder: **Baur, Günter, Dr.**
Waldhofstrasse 8
D-7800 Freiburg(DE)

 Erfinder: **Fehrenbach, Waltraut**
Kleiststrasse 8
D-7830 Emmendingen(DE)

 **Elektrooptisches Anzeigeelement.**

 Bei geeigneter Wahl der Flüssigkristallparameter K_3/K_1 und $\Delta\epsilon/\epsilon_{\perp}$ wird es möglich, bei elektrooptischen Anzeigeelementen sowohl eine minimale Blickwinkelabhängigkeit als auch gleichzeitig eine steile elektrooptische Kennlinie bei Betrieb im ersten Transmissionsminimum zu erzielen.

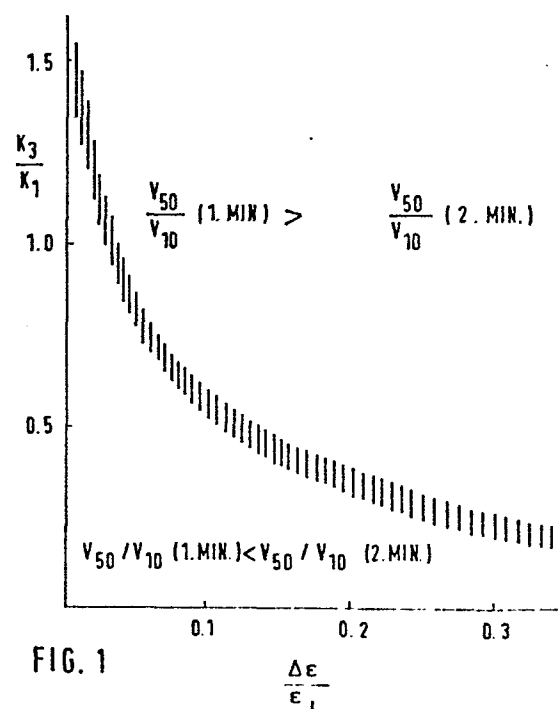


FIG. 1

Elektrooptisches Anzeigeelement

Die Erfindung betrifft ein elektrooptisches Anzeigeelement mit einer sehr geringen Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes und einer besonders steilen elektrooptischen Kennlinie.

5

Für Flüssigkristall-Anzeigeelemente werden die Eigenschaften nematischer oder nematisch-cholesterischer flüssigkristalliner Materialien ausgenutzt, ihre optischen Eigenschaften wie Lichtdurchlässigkeit, Lichtstreuung, Doppelbrechung, Reflexionsvermögen oder Farbe unter dem Einfluß elektrischer Felder signifikant zu verändern. Die Funktion derartiger Anzeigeelemente beruht dabei beispielsweise auf den Phänomenen der dynamischen Streuung, der Deformation aufgerichteter Phasen oder dem Schadt-Helfrich-Effekt in der verdrillten Zelle.

10

15

Unter diesen gebräuchlichen Typen von Flüssigkristall-Anzeigeelementen haben in letzter Zeit insbesondere die auf der Basis der verdrillten nematischen Zelle (TN-Zelle) besondere Bedeutung erlangt, weil sie mit relativ niedrigen Steuerspannungen betrieben werden können, die auch von kleinen Batterien unschwer zur Verfügung gestellt werden können. Weiterhin können diese Anzeigeelemente bisher am besten als Matrix-Anzeigeelemente gebaut werden, die Darstellung hoher Informationsdichte ohne eine unvertretbar große Anzahl von Ansteuerungs-, Zu- und Ableitungen ermöglichen.

20

25

In der praktischen Anwendung gibt es jedoch bei der TN-Zelle, insbesondere in der Form von Matrix-Anzeigeelementen, noch beträchtliche Schwierigkeiten.

30

Dazu gehören vor allem die mehr oder weniger ausgeprägte Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes und die eingeschränkte Multiplexierbarkeit.

Für beide Probleme sind in der Literatur bereits Lösungsvorschläge zu finden, die zum Teil in die Praxis umgesetzt worden sind. So kann z.B. durch geeignete Wahl von Brechungsindexanisotropie Δn und Zellendicke d die Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes einer TN-Zelle signifikant verbessert werden.
 5 \bar{L} . Pohl, G.Weber, R.Eidenschink, G.Baur and W.Fehrenbach, Appl.Phys.Lett.38 (1981) 497.

Insbesondere im sogenannten ersten Transmissionsminimum nach Gooch und Tarry \bar{C} .H.Gooch and H.A.Tarry, J.Phys. D8 (1975) 1575 ergibt sich eine minimale Blickwinkelabhängigkeit des Kontrastes. Hierfür muß die Bedingung

$$d \cdot \Delta n = \frac{\lambda \cdot \sqrt{3}}{2}$$

erfüllt sein (λ = Wellenlänge des benutzten Lichtes).

15 Die Multiplexierbarkeit einer TN-Zelle wird bestimmt durch die Flüssigkristallparameter K_1, K_2, K_3 (elastische Konstanten für die Spreizung, Verdrehung, Biegung), durch die Dielektrizitätskonstanten ϵ_{\perp} und ϵ_{\parallel} und durch die Brechungsindizes n_o und n_e , sowie durch Zellparameter
 20 wie z.B. Twistwinkel und Tiltwinkel an der Substratoberfläche. Der Einfluß dieser Material- und Zellenparameter wurde bereits von mehreren Autoren untersucht \bar{D} .W.Berreman J.Appl. Phys. 46 (1975) 3746; F.Gharadjedaghi and J.Robert, Rev. Phys. Appl. 11 (1976) 467; G.Baur, in "The Physics and Chemistry of
 25 Liquid Crystal Devices" (ed.by G.J.Sprokel) Plenum, New York, (1981) pp.61; G.Baur, Mol. Crystl. Liq. Cryst. 63 (1981) 45; C.Z. van Doorn, C.J. Gerritsma and J.J.M.J. de Klerk, in "The Physics and Chemistry of Liquid Crystal
 30 Devices" (ed. by G.J. Sprokel) Plenum, New York, (1980), pp.95; F.J. Kahn and H. Birecki, in "The Physics and Chemistry of Liquid Crystal Devices" (ed.by G.J. Sprokel) Plenum, New York, (1980a), (1980b), pp. 125.

Nach einer Näherungsformel wird die Multiplexierbarkeit
 35 abgeschätzt durch

$$p = 0.133 + 0.0266(K_3/K_1 - 1) + 0.433 \ln\left(\frac{d \cdot \Delta n}{2\lambda}\right)^2$$

\bar{M} .Schadt and P.R.Gerber, Zeitschrift Naturforsch. 37a (1982) 165.

Je kleiner p desto höher ist die Multiplexierbarkeit. Nach dieser Abschätzung geht nur das Verhältnis K_3/K_1 und $\Delta n \cdot d$ in die Steilheit der elektrooptischen Kennlinie und damit die Multiplexierbarkeit ein. Das
5 Verhältnis K_2/K_1 und $(\epsilon_{11} - \epsilon_{12})/\epsilon_{11} = \Delta \epsilon/\epsilon_{11}$ wird vernachlässigt.

Experimentelle Untersuchungen von TN-Zellen mit bisher
überwiegend verwendeten Flüssigkristallmaterialien haben er-
geben, daß die Steilheit der elektrooptischen Kennlinie
10 im zweiten Transmissionsminimum besser ist als im ersten
Minimum, wohingegen die Blickwinkelabhängigkeit im ersten
Minimum besser ist als im zweiten Transmissionsminimum.

Mit den bisher bekannten Lösungsvorschlägen können
zwar die bei der Konstruktion und der Anwendung von
15 TN-Zellen auftretenden wichtigsten Schwierigkeiten
einzeln, jedoch nicht gleichzeitig gelöst werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, elektrooptische
Anzeigeelemente zur Verfügung zu stellen, bei denen sowohl
eine minimale Blickwinkelabhängigkeit als auch gleich-
20 zeitig eine möglichst steile elektrooptische Kennlinie
durch Betrieb der Anzeigeelemente im ersten Transmissions-
minimum nach Gooch und Tarry gewährleistet ist.

Es wurde nun gefunden, daß es bei geeigneter Wahl der
Flüssigkristallparameter überraschenderweise möglich
25 wird, sowohl eine minimale Blickwinkelabhängigkeit als
auch gleichzeitig eine steile elektrooptische
Kennlinie durch Betrieb der Anzeigeelemente im ersten
Transmissionsminimum zu erzielen.

Gegenstand der Erfindung ist somit ein elektrooptisches
30 Anzeigeelement mit einer aus mindestens zwei Komponenten
bestehenden flüssigkristallinen Phase, dadurch gekenn-
zeichnet, daß die elektrooptische Kennlinie im ersten

Transmissionsminimum mindestens so steil ist wie im zweiten Transmissionsminimum.

Der Aufbau des erfindungsgemäßen Flüssigkristall-Anzeigeelementes aus Polarisatoren, Elektrodenplatten und Elektroden mit einer solchen Oberflächenbehandlung, daß die Vorzugsorientierung der jeweils daran angrenzenden Flüssigkristall-Moleküle von der einen zur anderen Elektrode gewöhnlich um 90° gegeneinander verdreht ist, entspricht der für derartige Anzeigeelemente üblichen Bauweise. Dabei ist der Begriff der üblichen Bauweise hier weit gefaßt und umfaßt auch alle literaturbekannten Abwandlungen und Modifikationen der verdrillten nematischen Zelle, insbesondere auch Matrix-Anzeigeelemente sowie die zusätzlich Magnete enthaltenden Anzeigeelemente nach der DE-OS 2 748 738. Ein wesentlicher Unterschied der erfindungsgemäßen Anzeigeelemente zu den bisher üblichen auf der Basis der verdrillten nematischen Zelle besteht jedoch in der Wahl der Flüssigkristallparameter der Flüssigkristallschicht. Während beispielsweise das Verhältnis K_3/K_1 bei den üblichen flüssigkristallinen Phasen für derartige Anzeigeelemente $> 0,8$ ist und das Verhältnis $\Delta \epsilon / \epsilon_2$ normalerweise zwischen 1,2 und 1,7 liegt, ist das Verhältnis K_3/K_1 bei den erfindungsgemäßen Anzeigeelementen $\leq 0,8$.

In den erfindungsgemäßen Anzeigeelementen werden flüssigkristalline Phasen eingesetzt, bei denen die Flüssigkristallparameter K_3/K_1 und $\Delta \epsilon / \epsilon_2$ so gewählt werden, daß sowohl eine minimale Blickwinkelabhängigkeit als auch gleichzeitig eine möglichst steile elektrooptische Kennlinie durch Betrieb der Anzeigeelemente im ersten Transmissionsminimum gewährleistet ist.

Fig. 1 ist eine schematische Zeichnung, die veranschaulicht welche Wertepaare der Parameter K_3/K_1 und $\Delta \epsilon / \epsilon_2$ gewählt werden können (unterhalb des schraffierten Bereichs) damit die elektrooptische Kennlinie im ersten Transmissionsminimum steiler ist als im zweiten.

Oberhalb des schraffierten Bereiches ist die elektro-
 optische Kennlinie im zweiten Transmissionsminimum steiler
 als im ersten Minimum (V_{50}/V_{10} (1. Minimum) $> V_{50}/V_{10}$
 (2. Minimum)). Vorzugsweise werden Wertepaare der Para-
 5 meter K_3/K_1 und $\Delta\epsilon/\epsilon_L$ gewählt, die unterhalb des
 schraffierten Bereiches in Fig. 1 liegen. Elektroopti-
 sche Anzeigeelemente, deren elektrooptische Kennlinie
 im ersten Transmissionsminimum steiler ist als im zweiten
 Transmissionsminimum, sind somit bevorzugt. Besonders be-
 10 vorzugte Parameterkombinationen sind $K_3/K_1 \leq 0,4$ und
 $\Delta\epsilon/\epsilon_L \leq 0,3$ sowie $K_3/K_1 \leq 0,8$ und $\Delta\epsilon/\epsilon_L \leq 0,05$.
 Der in Fig. 1 eingezeichnete schraffierte Bereich stellt
 die Grenze dar, bei der die Steilheit der elektro-
 optischen Kennlinie im ersten Minimum gleich der
 15 im zweiten Minimum ist. Wird K_3/K_1 und/oder $\Delta\epsilon/\epsilon_L$
 kleiner, dann ist die Steilheit im ersten Minimum
 besser als im zweiten Minimum.

Vorzugsweise wird ein möglichst kleines Verhältnis
 K_3/K_1 gewählt, beispielsweise 0.8 bis 0.2, insbesondere
 20 0.7 bis 0.3. Je kleiner der Wert für K_3/K_1 gewählt
 wird, desto größer kann $\Delta\epsilon/\epsilon_L$ für erfindungsgemäße
 Anzeigeelemente sein und desto günstiger wird die
 Schwellenspannung. Um eine günstige Schwellenspannung
 zu erzielen wird somit $\Delta\epsilon/\epsilon_L$ vorzugsweise ≥ 0.05 ,
 25 insbesondere ≥ 0.1 gewählt.

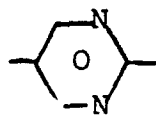
Die Dicke der Flüssigkristallschicht des erfindungs-
 gemäßen Anzeigeelements und/oder die optische Aniso-
 tropie Δn des Flüssigkristallmaterials werden so
 gewählt, daß gilt,

$$30 \quad d \cdot \Delta n = \frac{\lambda}{2} \cdot \sqrt{3}$$

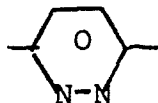
wobei für die Wellenlänge λ der üblicherweise für
 die maximale Empfindlichkeit des menschlichen Auges
 verwendete Wert 550 nm eingesetzt wird. Die Schicht-
 dicken der erfindungsgemäßen Anzeigeelemente können

beispielsweise im Bereich von 2 bis 10 μm liegen.
 Vorzugsweise werden möglichst geringe Schichtdicken
 gewählt, wobei die Untergrenze für d durch die gefor-
 derten Qualitätsnormen der Massenproduktion bestimmt
 5 wird. Ein besonders bevorzugter Bereich für d ist
 somit 3 bis 8 μm , insbesondere 4 bis 7 μm .

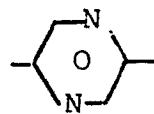
Flüssigkristalline Dielektrika, deren Materialparameter
 in den erfindungsgemäßen Bereichen liegen, können aus
 üblichen flüssigkristallinen Basismaterialien herge-
 stellt werden. Aus der Literatur sind zahlreiche der-
 artige Materialien bekannt. Zweckmäßig enthalten die
 10 für die erfindungsgemäßen Anzeigeelemente verwendeten
 Dielektrika mindestens 15 , vorzugsweise mindestens 30 ,
 insbesondere mindestens 95 Gewichtsprozent eines Ge-
 misches aus mindestens zwei, vorzugsweise drei bis 15,
 insbesondere vier bis zehn flüssigkristallinen Ver-
 bindungen, die jeweils mindestens ein Strukturelement
 ausgewählt aus Reihe I bis VIII enthalten, wobei die
 Strukturelemente I bis IV gegebenenfalls auch z.B.
 20 durch F, Cl, CH_3 und/oder CN substituiert sein können
 oder in Form der entsprechenden N-Oxide vorliegen
 können:



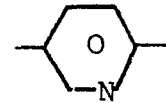
(I)



(II)



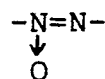
(III)



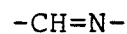
(IV)



(V)



(VI)



(VII)



(VIII)

Vorzugsweise enthalten diese Flüssigkristallverbindungen zusätzlich eine 1,4-Phenylengruppe. Geeignete Materialien sind beispielsweise beschrieben in DE-OS 22 57 588,, 23 06 738, 20 17 727, 23 21 632, EP-OS 0 126 883, USP 3,997,536, 4,062,798, 4,462,923, 4,389,329, 4,364,838, 4,066,570, 4,452,718, 4,419,262, 4,510,069, JP-OS 144,770/84, 144,771/84, 144,772/84, 43,961/83, D. Demus et al., Flüssige Kristalle in Tabellen, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1979 und D. Demus et al., Flüssige Kristalle in Tabellen II, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig 1984.

Derartige Dielektrika können zusätzlich Farb- und/oder Dotierstoffe in den gebräuchlichen Mengen enthalten, wenn dadurch die Flüssigkristallparameter nicht aus den erfindungsgemäßen Bereichen geführt werden.

Die folgenden Beispiele sollen die Erfindung erläutern, ohne sie zu begrenzen. Wenn nichts anderes angegeben ist, bedeuten Angaben von Prozent Gewichtsprozent. Alle Temperaturangaben bedeuten Grad Celsius.

Beispiel 1

Eine TN-Zelle mit einer flüssigkristallinen Phase bestehend aus

- 15 % 2-p-Methoxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 15 % 2-p-Pentoxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 15 % 2-p-Heptoxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 13 % 2-p-Nonoxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 15 % 2-p-Methoxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
- 15 % 2-p-Heptoxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
- 12 % 2-p-Nonoxyphenyl-5-heptylpyrimidin

(Klärpunkt 53°) zeigt eine dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ von +0,9, ein ϵ_{\parallel} von 4,0, ein ϵ_{\perp} von 3,1, ein $\Delta\epsilon/\epsilon_{\perp}$ von 0,29, eine optische Anisotropie Δn von 0,168 und ein K_3/K_1 von 0,40. Der Anstellwinkel α_0 an der Glasoberfläche ist $0,5^\circ$. Eine derartige TN-Zelle zeigt bei Betrieb im 1. Minimum (d.h. d. $\Delta n=0,48$) eine Steilheit der elektrooptischen Kennlinie von 1,11 (V_{50}/V_{10}), während bei Betrieb im 2. Minimum die Steilheit schlechter ist ($V_{50}/V_{10} = 1,12$).

10 Beispiel 2

Eine TN-Zelle mit einer flüssigkristallinen Phase bestehend aus

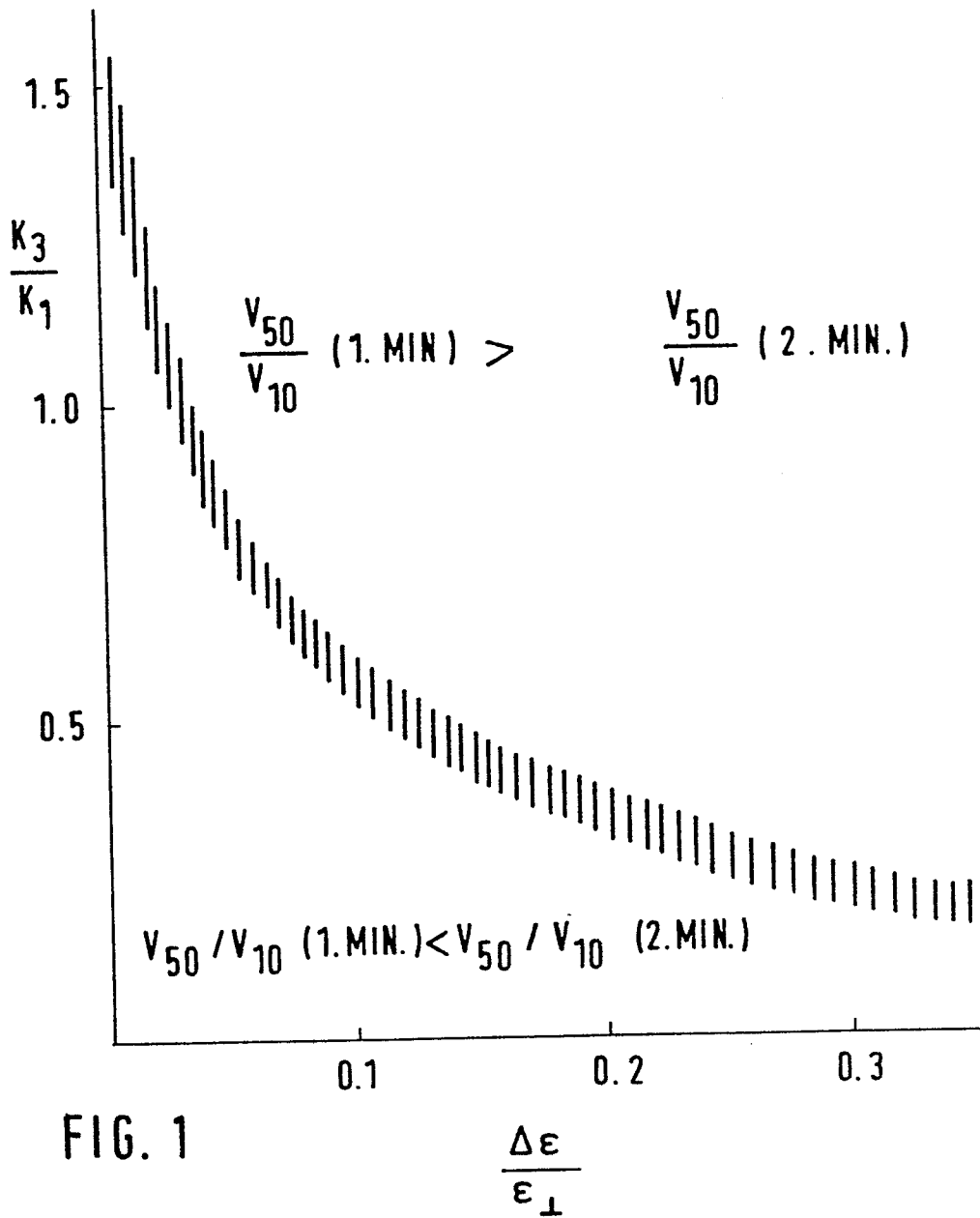
- 14 % 2-p-Methoxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 14 % 2-p-Pentoxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 15 14 % 2-p-Heptoxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 13 % 2-p-Nonoxyphenyl-5-hexylpyrimidin,
- 14 % 2-p-Methoxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
- 14 % 2-p-Heptoxyphenyl-5-heptylpyrimidin,
- 12 % 2-p-Nonoxyphenyl-5-heptylpyrimidin und
- 20 5 % r-1-Cyan-cis-4-(trans-4-butylcyclohexyl)-
1-heptylcyclohexan

(Klärpunkt 55°) zeigt eine dielektrische Anisotropie $\Delta\epsilon$ von +0,5, eine $\Delta\epsilon/\epsilon_{\perp}$ von 0,14 und ein K_3/K_1 von 0,42. Diese Zelle hat bei Betrieb im 1. Minimum eine Steilheit V_{50}/V_{10} von 1,08, während V_{50}/V_{10} im 2. Minimum 1,095 ist. Die Steilheit der Kennlinie ist somit im 1. Minimum wesentlich besser.

Merck Patent Gesellschaft
mit beschränkter Haftung
6100 Darmstadt

Patentansprüche:

- 5 1. Elektrooptisches Anzeigeelement mit einer aus
mindestens zwei Komponenten bestehenden flüssig-
kristallinen Phase, dadurch gekennzeichnet, daß die
elektrooptische Kennlinie im ersten Transmissions-
10 minimum mindestens so steil ist wie im zweiten
Transmissionsminimum.
2. Elektrooptisches Anzeigeelement nach Anspruch 1
auf der Basis einer verdrillten nematischen Zelle.
3. Elektrooptisches Anzeigeelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristall-
15 parameter so eingestellt werden, daß gilt
 $K_3/K_1 \leq 0,4$ und $\Delta \epsilon/\epsilon_1 \leq 0,3$.
4. Elektrooptisches Anzeigeelement nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, daß die Flüssigkristall-
parameter so eingestellt werden, daß gilt
20 $K_3/K_1 \leq 0,8$ und $\Delta \epsilon/\epsilon_1 \leq 0,05$.





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 85110650.0
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
D,A	MELEULAR CRYSTALS AND LIQUID CRYSTALS, vol. 63, no. 1-4, 1981 G. BAUR "The Influence of Material and Device parameters on the Optical Characteristics of Liquid Crystal Displays" Seiten 45-58 * Seiten 46-57 *	1-4	G 02 F 1/133 C 09 K 19/02
A	PROCEEDINGS OF THE 3 rd INTERNATIONAL DISPLAY RESEARCH CONFERENCE "Japan Display'83", 1983 B.S. SCHEUBLE, G. BAUR "Nematic Liquid Crystals with Small Ratios of Bend/Splay Elastic Constants K_2/K_1 " Seiten 224-227 * Gesamt *	1-4	
			RECHERCHERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
A	US - A - 4 043 640 (BERREMAN) * Zusammenfassung; Spalte 4, Zeile 50 - Spalte 5, Zeile 12 *	1-4	G 02 F 1/00 C 09 K 19/00
A	GB - A - 2 080 561 (HITACHI) * Seite 1, Zeilen 7-34; Seite 2, Zeilen 3 - Seite 6, Zeile 32 *	1,2	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 09-12-1985	Prüfer GRONAU
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichttechnische Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p> <p>E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>			



EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			EP 85110650.0
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
A	<p>IEEE TRANSACTIONS ON ELECTRON DEVICES, vol. ED-25, no. 9, September 1978</p> <p>M. SCHADT, F. MÜLLER "Physical Properties of New Liquid-Crystal Mixtures and Electrooptical Performance in Twisted Nematic Displays" Seiten 1125-1137</p> <p>* Einführung; Seite 1128, Paragraph B; Seiten 1130-1136 *</p> <p>--</p>	1-4	
D,A	<p>ZEITSCHRIFT FÜR NATURFORSCHUNG, Zeil A, Band 37a, Heft 2, Februar 1982</p> <p>M. SCHADT, P.R. GERBER "Class Specific Physical Properties of Liquid Crystals and Correlations with Molecular Structure and Static Electrooptical Performance in Twist Cells", Seiten 165-178</p> <p>* Kapitel 3.5,4.,5.1 *</p> <p>----</p>	1-4	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 09-12-1985	Prüfer GRONAU
<p>KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTEN</p> <p>X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet</p> <p>Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie</p> <p>A : technologischer Hintergrund</p> <p>O : mündliche Offenbarung</p> <p>P : Zwischenliteratur</p> <p>T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze</p>		<p>E : älteres Patentedokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>D : in der Anmeldung angeführtes Dokument</p> <p>L : aus andern Gründen angeführtes Dokument</p> <p>& : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument</p>	